

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA  
PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie  
prestazioni specialistiche



## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

OPERE D'ARTE VIABILITÀ

NW05

Ponte stradale su Burrone Martello – Variante della viabilità Prescrizione 48

Relazione di calcolo impalcato

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. M. FERRONI		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	2	R	2	2	E	Z	Z	C	L	N	W	0	5	0	0	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	C.Pinti	29/10/21	G.Coppa	30/10/21	L.Bruzzone	30/10/21	IL PROGETTISTA F. DI IULIO	
									30/10/21

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 2 di 43

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	3 di 43

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
2.1	NORMATIVA.....	7
<b>3</b>	<b>UNITÀ DI MISURA</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>10</b>
4.1	CALCESTRUZZO .....	10
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE .....	10
4.3	ACCIAIO PER LE TRAVI DI IMPALCATO.....	10
4.4	BULLONI .....	11
4.5	COPRIFERRI MINIMI.....	11
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO</b> .....	<b>12</b>
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA.....	13
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	14
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	19
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO</b> .....	<b>22</b>
6.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI $G_1$ .....	22
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI $G_2$ .....	22
6.3	CARICHI ACCIDENTALI $Q_1$ .....	23
6.4	AZIONI DI FRENATURA $Q_3$ .....	24

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NW.05.0.0.002</td> <td>A</td> <td>4 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	4 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	4 di 43								

6.5	AZIONE CENTRIFUGA Q <sub>4</sub> .....	25
6.6	AZIONE DEL VENTO Q <sub>6</sub> .....	25
6.7	AZIONI PARASSITE DEI VINCOLI .....	28
6.8	AZIONI SISMICHE Q <sub>7</sub> .....	28
6.8.1	Parametri sismici di calcolo.....	28
6.8.1	Spettri di risposta elastici .....	29
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	30
7.1	GRUPPI DI CARICO.....	30
7.2	COEFFICIENTI PARZIALI E DI COMBINAZIONE .....	31
7.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	32
8	CRITERI DI VERIFICA .....	33
9	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....	34
9.1	SOLLECITAZIONI SULLA FASCIA BRS .....	34
9.2	TRAVE DI BORDO FASCIA.....	34
9.2.1	RIEPILOGO DELLE SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE DI BORDO FASCIA.....	36
10	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	37
11	VERIFICHE DI DEFORMABILITA'.....	38
12	REAZIONI SUGLI APPOGGI .....	39
13	GIUNTI DI DILATAZIONE.....	40
13.1	SPOSTAMENTI.....	40
13.2	CORSA DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO MOBILI.....	42

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NW.05.0.0.002</td> <td>A</td> <td>5 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	5 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	5 di 43								

**13.3 ESCURSIONE DEI GIUNTI ..... 42**

**13.4 AMPIEZZA DEI VARCHI ..... 43**

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	6 di 43

## 1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del Raddoppio dell'itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Cancellone-Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alla tipologia di impalcato stradale a travi a doppio T incorporate di luce pari a 17.00 in asse appoggio a singola campata prevista in corrispondenza del Burrone Martello.

### 1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto in esame è costituito da un'unica campata di luce pari a 18.60m. L'impalcato è costituito da 20 travi metalliche HE800B incorporate da un getto di completamento in c.a di spessore costante pari a 0.30m. L'impalcato prevede una parte pavimentata larga 5.50m e due cordoli laterali da 1.85m, per una larghezza totale di 9.20m. La soletta ha uno spessore costante pari a 30cm nella porzione pavimentata e 0.52cm in corrispondenza dei cordolo.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni e classe d'uso III ("Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.") ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU = 1.5.

Di seguitosi riporta la sezione rappresentativa dell'impalcato.

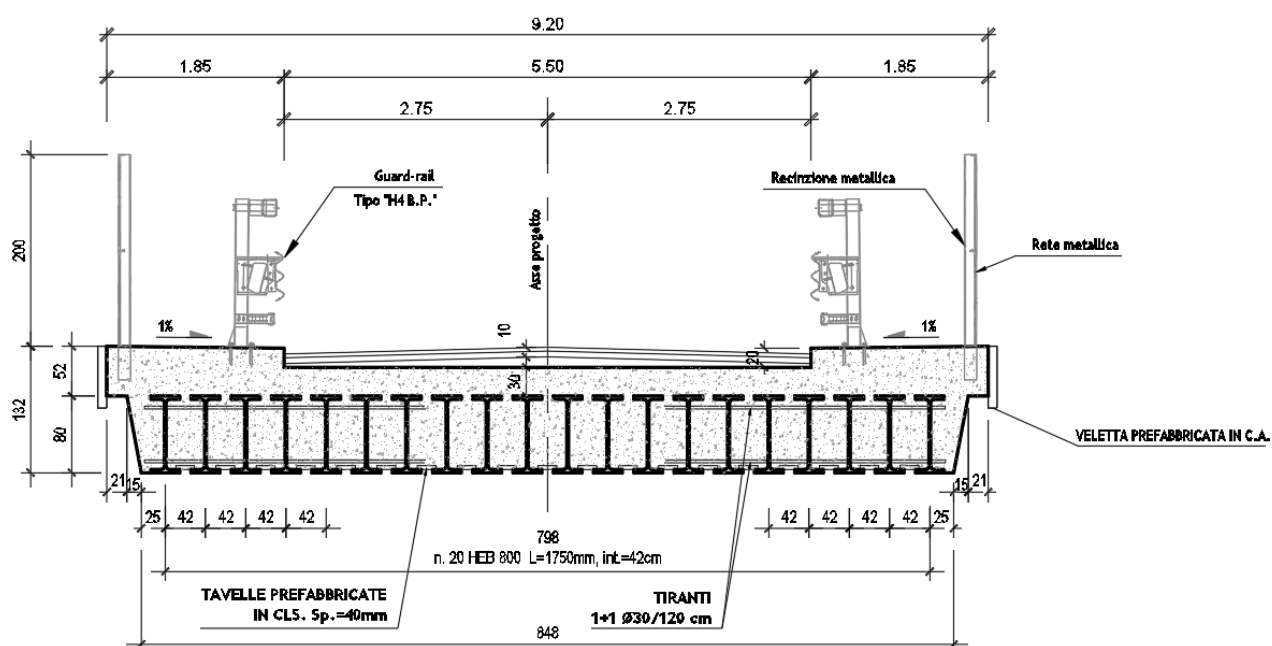


Figura 1: Sezione trasversale impalcato

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NW.05.0.0.002</td> <td>A</td> <td>7 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	7 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	7 di 43								

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NW.05.0.0.002</td> <td>A</td> <td>8 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	8 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	8 di 43								

- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NW.05.0.0.002</td> <td>A</td> <td>9 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	9 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	9 di 43								

### 3 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

- lunghezze            [m]
- forze                [kN]
- momenti            [kNm]
- tensioni            [MPa]

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 10 di 43

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

Per il getto in opera della soletta di impalcato, si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4/XF1

C32/40  $f_{ck} \geq 32$  MPa  $R_{ck} \geq 40$  MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>40</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.2	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	3.09	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.16	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.70	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.44	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33642	N/mm <sup>2</sup>

### 4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Classe acciaio per armature ordinarie  
B450C

Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq$   
450 MPa

Tensione caratteristica di rottura  $f_t \geq$   
540 MPa

Modulo di elasticità  
 $E_a = 210000$  MPa

### 4.3 ACCIAIO PER LE TRAVI DI IMPALCATO

Profilati: S355 J0 secondo UNI EN 10025

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 11 di 43

Modulo di elasticità

$$E_a = 210000 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento caratteristica  
355 MPa

$$f_{yk} \geq$$

Tensione di snervamento rottura  
430 MPa

$$f_{yt} \geq$$

Tensione di snervamento di progetto  
262 MPa

$$f_{yd} \geq$$

#### 4.4 BULLONI

Classe vite 8.8 - Classe dado 8

Tensione di snervamento caratteristica  
649 MPa

$$f_{yb} \geq$$

Tensione di snervamento rottura  
800 MPa

$$f_{tb} \geq$$

Resistenza a taglio del bullone  
384 MPa

$$f_{yd} \geq$$

Tensione di snervamento di progetto  
262 MPa

$$f_{yd} \geq$$

#### 4.5 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

Soletta impalcato

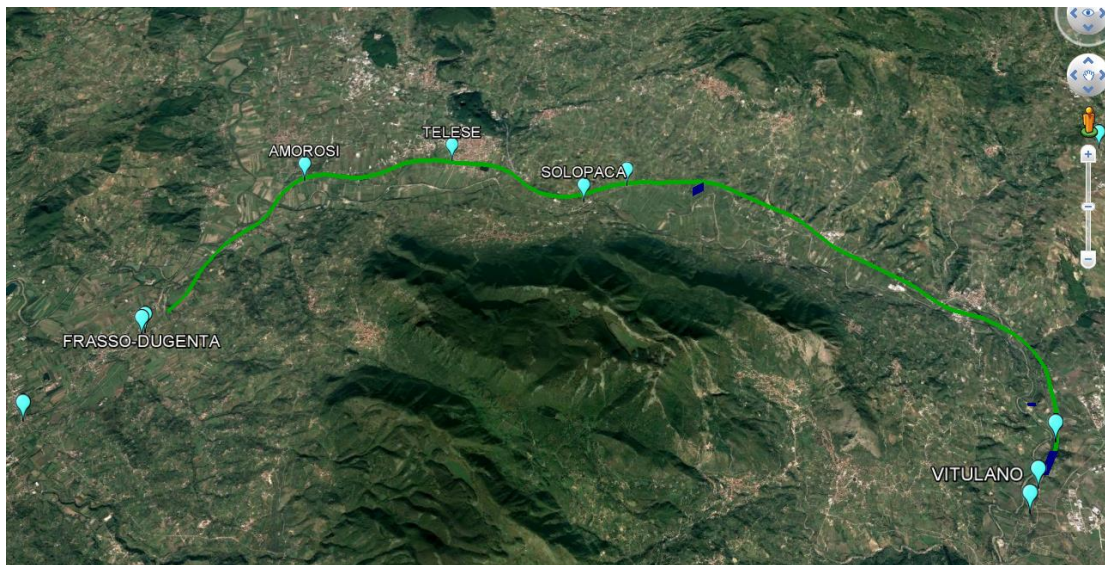
4.0 cm

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	12 di 43

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) , Benevento – Località Roseto (BN).



**Figura 2 – Configurazione planimetrica tracciato**

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in tre sottozone sismiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da ovest verso est; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

- Zona S1: da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)
- Zona S2: da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)
- Zona S3: da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

Per ciascuna zona, sono stati dunque individuati, in funzione del periodo di riferimento dell'azione sismica (VR), i parametri di pericolosità sismica (ag/g, F0 e Tc\*) rappresentativi

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 13 di 43

delle più severe condizioni di pericolosità riscontrabili lungo il tratto di riferimento, assumendo in particolare come riferimento le seguenti Località

- Zona S1: Amorosi (BN)
- Zona S2: Solopaca (BN)
- Zona S3: Ponte (BN)

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per ciascuna delle località di riferimento.

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata Zona S3

### 5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V <sub>N</sub> [anni]
1	Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale V<250 Km/h	50
2	Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h	75
3	Altre opere nuove a velocità V>250 Km/h	100
4	Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	≥100

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale VN = 75 anni (categoria 2)

Riguardo invece la Classe d'Uso, il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, individua le seguenti quattro categorie

- Classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV.

APPALTATORE:	 <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo impalcato	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	14 di 43

Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

- Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

All' opera in oggetto corrisponde pertanto una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):

$$C_u = 1.5$$

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_n$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ , ovvero:

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni

## 5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica /  $V_R$ ) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Il DM 14.01.08 definisce in particolare la pericolosità sismica di un sito attraverso i seguenti parametri:

- **ag/g**: accelerazione orizzontale relativa massima al suolo, su sito di riferimento rigido;
- **F<sub>o</sub>**: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T<sup>\*</sup><sub>c</sub>**: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	15 di 43

Per quanto detto al precedente paragrafo, risulta:

**Localizzazione Geografica** : Amorosi (BN), Solopaca (BN), Ponte (BN)

Periodo di riferimento Azione sismica  $V_R = 112.5$  anni,

Riguardo, infine gli stati limite di verifica/periodo di ritorno dell'azione sismica, la normativa individua in particolare 4 situazioni tipiche riferendosi alle prestazioni che la costruzione nel suo complesso deve poter espletare, riferendosi sia agli elementi strutturali, che a quelli non strutturali / impianti, come di seguito descritto:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile all'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture o crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione invece conserva una parte della resistenza e della rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

A ciascuno stato limite di verifica è quindi associata una probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , secondo quanto indicato nel seguito:

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 16 di 43

A ciascuna probabilità di superamento  $P_{VR}$  è quindi associato un Periodo di Ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , valutabile attraverso la seguente relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1-P_{VR}) \quad (\text{periodo di ritorno dell'azione sismica})$$

Nel caso in esame risulta dunque, con riferimento ai diversi stati limite :

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]
SLO	68
SLD	113
SLV	1068
SLC	2193

Zona S3: da pk 30+000 a pk 46+577 (Ponte)

Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona **S3**:

Località : Ponte (BN)

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE  
14.6998

LATTITUDINE  
41.2161

Ricerca per comune

REGIONE  
Campania

PROVINCIA  
Benevento

COMUNE  
Ponte

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta ▶▶

Variabilità dei parametri ▶▶

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri ▶▶

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 17 di 43

$V_R = 112.5$  anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	113
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3
-------	--------	--------	--------

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.097	2.343	0.310
SLD	113	0.127	2.332	0.326
SLV	1068	0.367	2.346	0.395
SLC	2193	0.473	2.445	0.427

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NW.05.0.0.002</td> <td>A</td> <td>18 di 43</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	18 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	18 di 43								

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLV** info

---

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **B** info       $S_s = 1.056$        $C_c = 1.325$  info  
 Categoria topografica: **T1** info       $h/H = 0.000$        $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%): **5**       $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_s$ : **3**      Regol. in altezza: **si** info

---

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q_v$ : **1**       $\eta = 1.000$  info

---

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta →  
 Parametri e punti spettri di risposta →

$S_{d,o}$  [g]

$S_{d,v}$  [g]

$S_e$  [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	19 di 43

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.367 g
$F_0$	2.346
$T_C$	0.395 s
$S_S$	1.056
$C_C$	1.325
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.056
$\eta$	1.000
$T_B$	0.174 s
$T_C$	0.523 s
$T_D$	3.088 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ulimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	$S_e$ [g]
	0.000	0.367
	0.174	0.909
$T_B$	0.523	0.909
$T_C$	0.644	0.736
	0.765	0.621
	0.887	0.536
	1.008	0.472
	1.129	0.421
	1.250	0.380
	1.371	0.347
	1.492	0.319
	1.614	0.295
	1.735	0.274
	1.856	0.256
	1.977	0.240
	2.098	0.227
	2.219	0.214
	2.341	0.203
	2.462	0.193
	2.583	0.184
	2.704	0.176
	2.825	0.168
	2.946	0.161
$T_D$	3.088	0.155
	3.112	0.151
	3.156	0.146
	3.201	0.142
	3.245	0.138
	3.290	0.135
	3.334	0.131
	3.378	0.128
	3.423	0.124
	3.467	0.121
	3.512	0.118
	3.556	0.115
	3.600	0.112
	3.645	0.110
	3.689	0.107
	3.734	0.105
	3.778	0.102
	3.822	0.100
	3.867	0.098
	3.911	0.095
	3.956	0.093
	4.000	0.091

La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA**

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08, ovvero:

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:						
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NW.05.0.0.002</b>	<b>A</b>	<b>20 di 43</b>

**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

**Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.**

Categoria	Descrizione
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

### **Tabella di riepilogo Categoria di Sottosuolo e Topografiche DM 14.01.08**

Note la Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche, la costruzione degli spettri passa infine attraverso la definizione dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica ( $S_s$  e  $C_c$ ) e Topografica ( $S_T$ ), mediante le indicazioni di cui alle tab 3.2.V e 3.2.VI del DM 14.01.08, che si ripropongono nel seguito per chiarezza espositiva:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 21 di 43

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$**

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per il caso in esame, risulta una categoria di sottosuolo di tipo B ( $S_s = 1.056$ ) e una classe Topografica T1 ( $S_T = 1.0$ )

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 22 di 43

## 6 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO

Si riporta di seguito l'analisi delle condizioni di carico elementari relative all'impalcato in esame.

### 6.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI $G_1$

I carichi permanenti strutturali sono valutati sulla base della geometria degli elementi costituenti la struttura e del peso specifico dei diversi materiali. Si assume  $\gamma=25\text{kN/m}^3$  per il calcestruzzo e  $\gamma=78.5\text{kN/m}^3$  per l'acciaio strutturale. Si riportano di seguito i dati considerati per il calcolo del peso proprio degli elementi strutturali di impalcato:

PERMANENTI STRUTTURALI $G_1$	
<b>Peso Singola Trave HEB800</b>	$p_{g1,1}$ 2.62 kN/m
n° travi	$n^\circ$ 20
Area travi	$A_{tr}$ 0.033 m <sup>2</sup>
<b>Peso Travi Impalcato</b>	$P_{g1,1}$ 52.4 kN/m
Sbalzi laterali	$g_{2,2\_4}$ 20.35 kN/m
<b>Peso cls in opera - Impalcato</b>	$P_{g1,2}$ 273.3 kN/m
<b>Peso totale <math>G_1</math></b>	$P_{g1,Tot}$ 325.7 kN/m

### 6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI $G_2$

Il peso per unità di volume della pavimentazione è assunto pari a  $\gamma_{s=}$  20.0 kN/m<sup>3</sup>. Si riportano di seguito i carichi permanenti agenti al metro lineare.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI $G_2$	
Peso pavimentazione	$\gamma$ 20.00 kN/m <sup>3</sup>
Larghezza carreggiata	$b_3$ 5.50 m
Spessore medio pavimentazione	$s_3$ 0.17 m
<b>Pavimentazione</b>	$P_{g2,1}$ 18.70 kN/m
Velette, barriere	$g_{2,2\_6}$ 5.00 kN/m
<b>Carichi permanenti portati (per impalcato)</b>	$P_{g2,2\ tot}$ 5.00 kN/m
<b>Peso totale <math>G_2</math></b>	$P_{g2,Tot}$ 23.7 kN/m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	23 di 43

### 6.3 CARICHI ACCIDENTALI $Q_1$

I carichi mobili presi in considerazione per l'analisi dell'impalcato sono quelli indicati dalla normativa per ponti di prima categoria. Sono definiti dagli schemi di carico convenzionali rappresentati nelle figure seguenti e disposti su corsie convenzionali. Il numero di colonne di carichi mobili considerate nel calcolo è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3.00m.

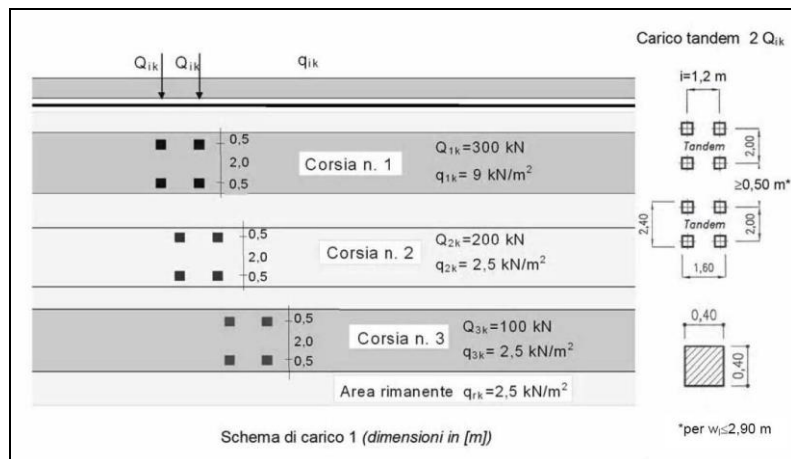


Figura 3: Schemi di carico - carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$ .

Posizione	Carico asse $Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia Numero 1	300	9.00
Corsia Numero 2	200	2.50
Corsia Numero 3	100	2.50
Altre corsie	0.00	2.50

Tabella 1: Intensità dei carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  per le diverse corsie.

Per l'impalcato in esame la larghezza della carreggiata è compatibile con 2 colonne di carico riportate di seguito:

- una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale  $Q_{1k}$  di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	24 di 43

longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito  $q_{1k}$  di 9 kN/m<sup>2</sup> uniformemente distribuito;

- Una colonna di carico (ingombro = 2.5 m)  $q_{rk} = 2.5$  kN/m<sup>2</sup> nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti (area una rimanente)

Si riporta di seguito lo schema delle colonne di carico sull'impalcato.

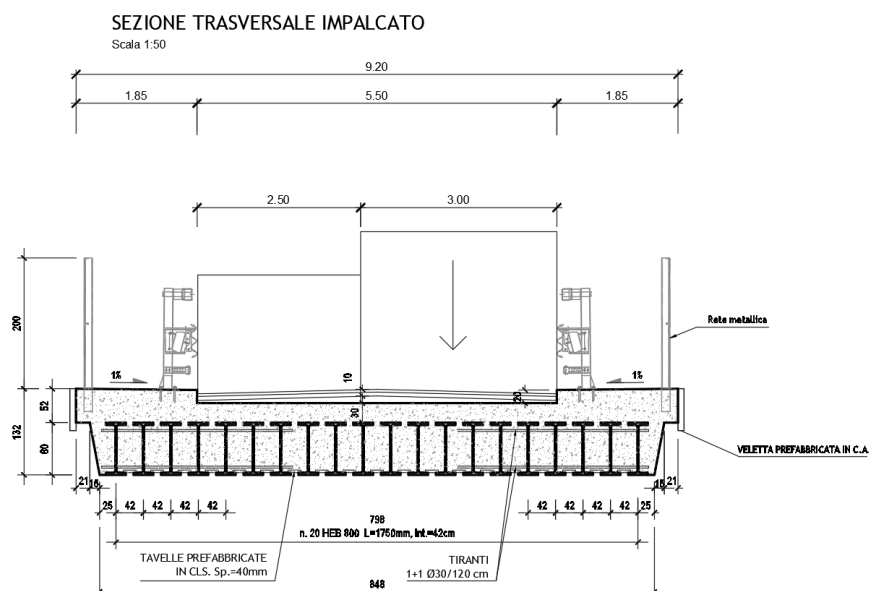


Figura 4: Disposizione colonne di carico sull'impalcato

Il carico costituito dalla folla compatta è pari a  $q_{fk} = 5$  kN/m<sup>2</sup> da considerare al 50 % nelle combinazioni in cui sono presenti i carichi stradali.

#### 6.4 AZIONI DI FRENATURA $Q_3$

Secondo il D.M. 14/01/2008 l'azione longitudinale di frenamento è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1, ed è uguale a:

$$180kN \leq q_3 = 0.6(2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900kN$$

Nel caso in oggetto risulta:

FRENATURA			
Lunghezza ponte		L	18.60 m
$q_{lb,k} = 0,6 \cdot (2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \cdot w \cdot L$		$q_{lb,k}$	405.90 kN
Distanza piano del ferro-baricentro delle travi Si considera agente a livello del piano ferro			0.87 m



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 25 di 43	

### 6.5 AZIONE CENTRIFUGA $Q_4$

Nel caso in esame, l'opera si sviluppo in rettilineo, pertanto il contributo dell'azione centrifuga sull'impalcato in esame è nullo.

### 6.6 AZIONE DEL VENTO $Q_6$

Il calcolo dell'azione del vento è stato condotto secondo quanto riportato al par. 3.3 del DM 14.1.2008; si riportano di seguito i principali parametri di calcolo:

#### DEFINIZIONE DEI DATI

zone:

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)



Classe di rugosità del terreno:

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 8 la categoria di esposizione è in dipendente dall'altitudine del sito.

$a_c$  (altitudine sul livello del mare della costruzione):

200	(m)
50	(km)
75	(anni)
II	

Distanza dalla costa

$T_R$  (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5	
	costa mare
	2 km 10 km 30 km 500m 750m
A	-- IV IV V V V
B	-- III III IV IV IV
C	-- * III III IV IV
D	I II II II III **

\* Categoria II in zona 1,2,3,4  
Categoria III in zona 5

\*\* Categoria III in zona 2,3,4,5  
Categoria IV in zona 1

ZONA 6	
	costa mare
	2 km 10 km 30 km 500m
A	-- III IV V V
B	-- II III IV IV
C	-- II III III IV
D	I I II II III

ZONE 7,8	
	costa mare
	1,5 km 0,5 km
A	-- -- IV
B	-- -- IV
C	-- -- III
D	I II *

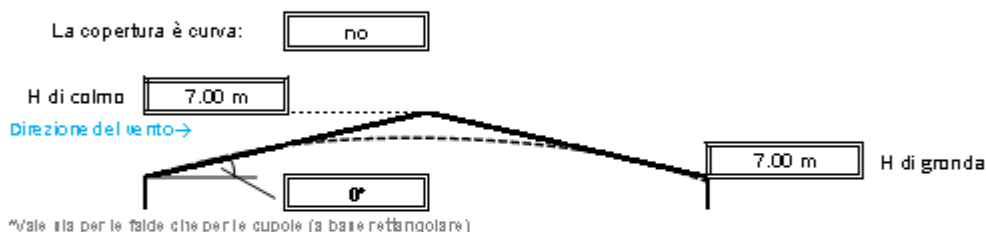
\* Categoria II in zona 8  
Categoria III in zona 7

ZONA 9	
	costa mare
A	-- I
B	-- I
C	-- I
D	I I

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 26 di 43	

Altezza del colmo della copertura, rispetto al suolo e inclinazione della falda sopravvento

E' consigliabile calcolare la pressione del vento per ogni facciata del fabbricato modificando i parametri per ogni caso. Nel caso di studio su prospetto di timpano, la valutazione della pressione del vento si conduce come se la copertura fosse piana e la parete alta fino alla linea di colmo. Nel caso di coperture a padiglione, la valutazione delle pressioni si esegue su ogni facciata del fabbricato utilizzando di volta in volta l'angolo della falda investito dal vento. Nel caso di coperture curve, si deve inserire l'angolo della retta tangente al bordo della copertura, in sostanza l'angolo di attacco della copertura. (per cupole a tutto sesto l'angolo è di 90°, per cupole a sesto ribassato è minore di 90°). Nel caso di studio su prospetto piano l'analisi si conduce come su prospetto di timpano. Si osserva che oltre alle pressioni andrebbe considerata anche la forza tangenziale esercitata dal vento sul fabbricato. Generalmente essa si trascura, è necessaria modellarla solo per grandi coperture piane ad esempio: coperture di grandi capannoni industriali. Il foglio di calcolo è utilizzabile per fabbricati a base rettangolare.



**CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.**

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$	$C_a$
3	27	500	0.37	1.000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$c_a = 1$  per  $a_s \leq a_0$   
 $c_a = 1 + k_s \cdot (a_s/a_0 - 1)$  per  $a_0 < a_s \leq 1500$  m

**$v_b$  (velocità base di riferimento) 27.00 m/s**

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

$c_r$  coefficiente di ritorno 1.02  
 **$v_r$  (velocità di riferimento) 27.63 m/s**

**PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.**

$q_r$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])  
 $q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$  ( $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>)  
 Pressione cinetica di riferimento  $q_r$  477.25 [N/m<sup>2</sup>]

La pressione cinetica di riferimento è pari a:

**$q_r = 477.25$  N/m<sup>2</sup>**

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	27 di 43
OPERE D'ARTE VIABILITÀ							
Relazione di calcolo impalcato							

#### Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

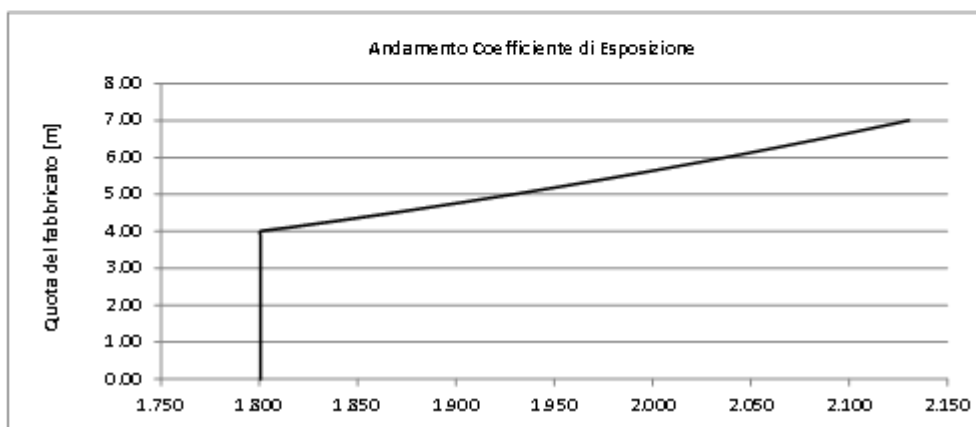
Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di  $z=200\text{m}$  valgono le seguenti espressioni

$$c_{se}(z) = k_r \cdot z^{-\alpha} \cdot c_{se}(z_{min}) \cdot \ln(z/z_{min}) \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_{se}(z) = c_{se}(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0.19	0.05	4.00

<b>Coefficiente di esposizione minimo</b>	$c_{se\ min}$	<b>1.80</b>	$z < 4.00$
<b>Coefficiente di esposizione alla gronda</b>	$c_{se\ gronda}$	<b>2.13</b>	$z = 7.00$
<b>Coefficiente di esposizione al colmo</b>	$c_{se\ colmo}$	<b>2.13</b>	$z = 7.00$



Riguardo la verifica delle travi di impalcato in via cautelativa si assume una pressione del vento pari a  $p_v = 2.5 \text{ kN/m}^2$  applicata sulla superficie del treno e su quella del ponte:

#### VENTO

<b>Pressione del vento</b>	$p$	<b>2.50 kN/m<sup>2</sup></b>
Altezza accidentale	$H$	3.00 m
Distanza tra QP ed intradosso trave	$d$	1.27 m
Altezza totale di spinta	$H_{tot}$	4.27 m
<b>Forza sul lato direttamente esposto all'azione del vento</b>	$F_{wk1}$	<b>10.68 kN/m</b>
Distanza tra il centro di spinta e il baricentro delle travi	$y_g$	2.45 m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	28 di 43

## 6.7 AZIONI PARASSITE DEI VINCOLI

Le resistenze parassite dei vincoli sono valutate sulla base del paragrafo 2.5.1.6.3 delle norme RFI con riferimento al caso di viadotti a trave semplicemente appoggiati, considerando un coefficiente di attrito paria 0.04.

## 6.8 AZIONI SISMICHE Q<sub>7</sub>

L'azione sismica non risulta dimensionante per l'impalcato, tuttavia se ne fornisce di seguito l'analisi, propedeutica per la valutazione delle azioni trasmesse alle sottostrutture.

### 6.8.1 Parametri sismici di calcolo

Si assumono i parametri sismici più cautelativi corrispondenti al tratto S2:

Latitudine	=	41.5539
Longitudine	=	14.1956
a <sub>g</sub>	=	0.322 g
F <sub>0</sub>	=	2.346;
T*c	=	0.401 s;
S <sub>s</sub>	=	1.247
a <sub>max</sub> (g)	=	0.401

Si assumono i parametri sismici più cautelativi corrispondenti al tratto S3:

Latitudine	=	41.2161
Longitudine	=	14.6998
a <sub>g</sub>	=	0.367 g
F <sub>0</sub>	=	2.346;
T*c	=	0.395 s;
S <sub>s</sub>	=	1.056
a <sub>max</sub> (g)	=	0.409

APPALTATORE:	 <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
OPERE D'ARTE VIABILITÀ	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo impalcato	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	29 di 43

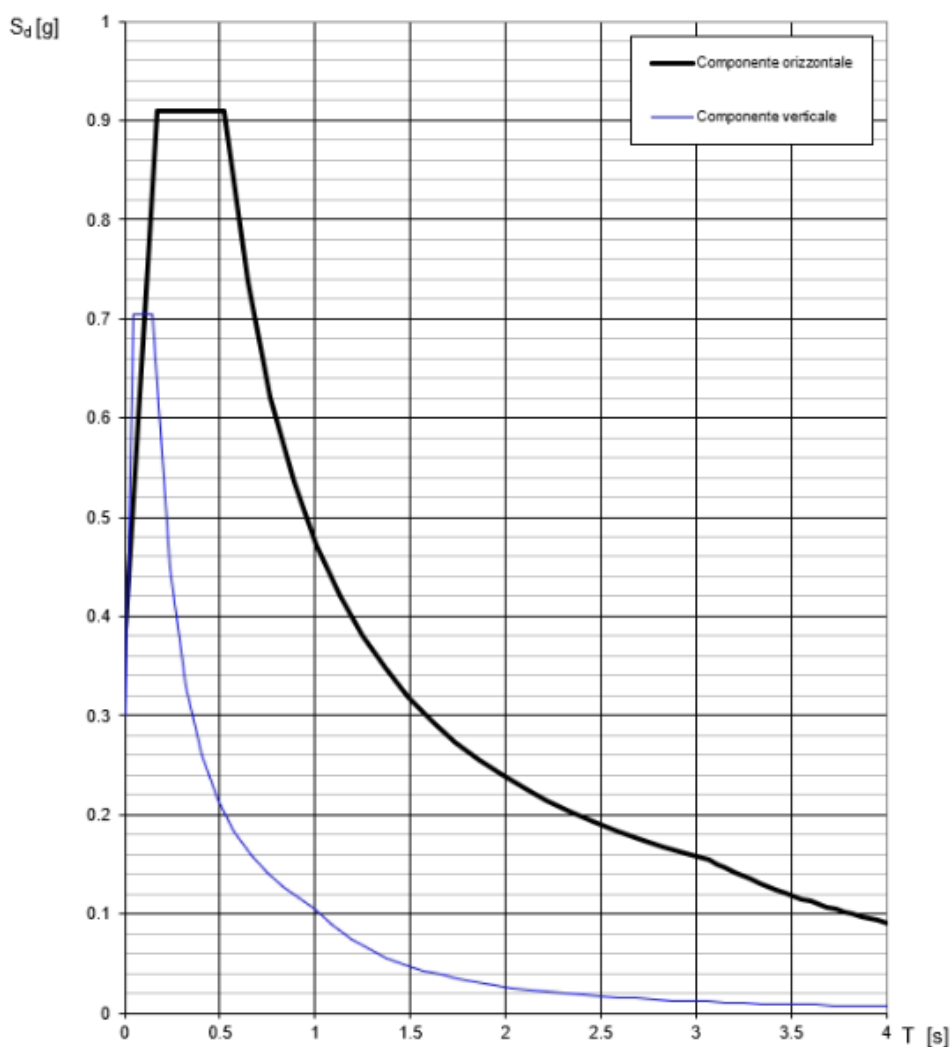
### 6.8.1 Spettri di risposta elastici

In accordo con le prescrizioni normative, è stato considerato lo spettro di risposta elastico ai fini della valutazione delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

#### Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

#### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:						
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	30 di 43

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico considerate sono stabilite in conformità a quanto prescritto al Cap. 2 del D.M.14/01/2008.

### 7.1 GRUPPI DI CARICO

Nella tabella seguente, in accordo a quanto specificato in tabella 5.1.3.12 del D.M.14/01/2008., sono esplicitati i gruppi di carico considerati per i carichi accidentali da traffico.

Tabella 2 – Valori caratteristici delle azioni da traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti di 3ª categoria  
(\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
(\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A 31 di 43

Coerentemente nel seguito si fa riferimento ai gruppi di azioni da traffico 1, 2a e 2b.

## 7.2 COEFFICIENTI PARZIALI E DI COMBINAZIONE

Si utilizzano i coefficienti parziali di sicurezza e i coefficienti di combinazione di seguito riportati.

Tabella 3 – Coefficienti parziali di sicurezza agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Tabella 4 – Coefficienti di combinazione

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

APPALTATORE:	 <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
OPERE D'ARTE VIABILITÀ	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo impalcato	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	32 di 43

### 7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche strutturali dell'impalcato agli SLU.

L'espressione per le combinazioni di verifica strutturali (A1 - STR) è:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Mentre quella per le combinazioni sotto SISMA è:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche dell'impalcato agli SLE.

L'espressione per le combinazioni di verifica RARE è:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

L'espressione per le combinazioni di verifica FREQUENTI è:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

L'espressione per le combinazioni di verifica QUASI PERMANENTI è:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>NW.05.0.0.002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>33 di 43</b>

## 8 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - “Norme tecniche per le costruzioni”- DM 14.1.2008”.

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio, riguardanti gli stati tensionale, di fessurazione e di deformazione, ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei precedenti paragrafi.

Per le verifiche di resistenza, in accordo con quanto prescritto nel par. 2.9.2 del “Manuale di progettazione delle opere civili”, il calcestruzzo è stato considerato non collaborante e pertanto la resistenza è stata affidata alle sole travi di acciaio.

I pesi propri e i sovraccarichi permanenti sono stati affidati a tutte le travi di acciaio presenti; le azioni variabili sono state assegnate alle travi che ricadono all’interno della fascia resistente di ripartizione del carico. In particolare considerando una corsia di 3m e una distribuzione a 45° nel piano verticale attraverso lo spessore della pavimentazione (12cm) e nello spessore della soletta, si ottengono le seguenti dimensioni a livello dell’estradosso delle travi:

$$L_{TRASV} = 3,00 + (0,30 + 0,17) \times 2 = 3,94 \text{ m} \sim 4,00 \text{ m}$$

Per quanto riguarda le verifiche di deformabilità, il calcestruzzo è stato considerato interamente collaborante ai fini della determinazione dell’inerzia flessionale dell’impalcato, con coefficiente di omogeneizzazione pari a  $n=6$  e della ripartizione trasversale dei sovraccarichi mobili.

Per quanto riguarda la verifica degli elementi in acciaio (travi di impalcato), si faccia riferimento ai criteri esposti nei par. 4.2.4.1 del DM 14.1.2008, per le verifiche agli stati limite ultimi (resistenza e stabilità delle membrature) e nel par. 4.2.4.2 per le verifiche agli stati limite di esercizio (spostamenti – stato limite di vibrazioni).

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	34 di 43

## 9 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

### 9.1 SOLLECITAZIONI SULLA FASCIA BRS

Nei seguenti paragrafi si valutano le azioni flettenti, taglianti e torcenti agenti sulla fascia resistente di larghezza pari a 4.0 m.

Le azioni verticali prodotte da permanenti e accidentali e quelle prodotte dalla frenatura sono ugualmente ripartite sulle diverse travi contenute all'interno della fascia resistente di 4,0 m. Le azioni orizzontali, invece, riportate al baricentro delle travi, producono delle coppie torcenti lungo l'asse dell'impalcato che hanno come effetto quello di caricare maggiormente le travi più esterne della fascia considerata.

Luce trave (assi appoggi)	L	17.00 m
<b>Momento flettente in mezzeria</b>		
Permanenti strutturali	M <sub>G1</sub>	5116 kNm
Permanenti non strutturali	M <sub>G2</sub>	294 kNm
Accidentali	M <sub>acc</sub>	3345 kNm
Frenatura	M <sub>fren</sub>	88 kNm
<b>Taglio all' appoggio</b>		
Permanenti strutturali	T <sub>G1</sub>	1204 kN
Permanenti non strutturali	T <sub>G2</sub>	69 kN
Accidentali	T <sub>acc</sub>	808 kN
Frenatura	T <sub>fren</sub>	45 kN
<b>Coppie torcenti a metro lineare di impalcato</b>		
Vento	m <sub>tv</sub>	26.12 kN/m

### 9.2 TRAVE DI BORDO FASCIA

Di seguito si riportano le azioni flettenti, taglianti e torcenti agenti sulla trave di bordo della fascia resistente. In particolare gli effetti delle coppie torcenti "m<sub>t</sub>" si traducono un incremento di carico verticale Δq sulla trave di bordo. Le sollecitazioni flettenti e taglianti sono invece equamente suddivise tra le travi appratenti alla fascia.

L'incremento di carico verticale prodotto sulla trave di bordo dalle coppie torcenti si valuta, in prima approssimazione, considerando la flessione su una striscia unitaria trasversale di

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>					
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo impalcato		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	35 di 43

impalcato avente sezione b\*h pari a 100 cm\*400 cm ed il cui momento d'inerzia J' vale  $1 \cdot 4^3 / 12 = 5,33 \text{ m}^4$ :

$$\Delta_p = (m_t / J') \cdot d \cdot i = 0,149 \cdot m$$

essendo  $i=0.42 \text{ m}$  e  $d=1.89 \text{ m}$  (dove  $i$  è l'interasse fra le travi e  $d$  è la distanza fra asse trave di bordo fascia-asse fascia).

#### Calcolo delle sollecitazioni sulla trave di bordo

Luce trave (assi appoggi)	L	17.00 m
Numero di travi comprese nella fascia di 4,00 m	N°	9
<b>Momento flettente in mezzeria</b>		
Permanenti strutturali	M <sub>G1</sub>	568.5 kNm
Permanenti non strutturali	M <sub>G2</sub>	32.6 kNm
Accidentali	M <sub>acc</sub>	371.7 kNm
Frenatura	M <sub>fren</sub>	5.0 kNm
<b>Coppie torcenti a metro lineare di impalcato</b>		
Vento	m <sub>t v</sub>	140.4 kN/m

#### Calcolo delle sollecitazioni sulla trave di bordo

Luce trave (assi appoggi)	L	17.00 m
Numero di travi comprese nella fascia di 4,00 m	N°	9
<b>Taglio all' appoggio</b>		
Permanenti strutturali	T <sub>G1</sub>	133.8 kNm
Permanenti non strutturali	T <sub>G2</sub>	7.7 kNm
Accidentali	T <sub>acc</sub>	89.7 kNm
Frenatura	T <sub>fren</sub>	5.0 kNm
<b>Coppie torcenti a metro lineare di impalcato</b>		
Vento	m <sub>t v</sub>	33.0 kN/m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	36 di 43

### 9.2.1 RIEPILOGO DELLE SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE DI BORDO FASCIA

Le sollecitazioni di pressoflessione e taglio agenti nella trave maggiormente sollecitata sono riportate nelle sottostanti tabelle.

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI				
Permanenti strutturali	$G_1$	568	134	
Permanenti non strutturali	$G_2$	33	8	
Accidentali	$Q_{1,1a}$	372	90	
Centrifuga	$Q_c$	0	0	
Frenatura	$Q_a/Q_f$	5	5	45
Vento	$Q_w$	140	33	

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	37 di 43

## 10 VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza allo SLU vengono eseguite per la trave di bordo in funzione delle sollecitazioni massime tra i modelli di carico considerati.

Il calcestruzzo è considerato non collaborante e pertanto la resistenza è affidata alle sole n travi in acciaio comprese all'interno della zona di ripartizione del carico pari a 4.0m.

### Sollecitazioni risultanti

Momento Totale SLU	$M_{SLU} = 1485 \text{ kNm}$
Taglio Totale SLU	$T_{SLU} = 356 \text{ kN}$
Sforzo assiale SLU	$N_{SLU} = 33 \text{ kN}$

### Verifiche

$\sigma = 166 \text{ MPa}$	<	338.10 MPa	Verificato
$\tau = 28 \text{ MPa}$	<	195.20 MPa	Verificato
$\sigma_{id} = 173 \text{ MPa}$	<	338.10 MPa	Verificato

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	38 di 43

## 11 VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Le verifiche di deformabilità sono condotte agli stati limite di servizio considerando la combinazione rara delle azioni e prendendo in esame l'inflessione nel piano verticale dell'impalcato, considerando come valore limite  $L/600$

Il calcestruzzo è considerato interamente reagente ai fini della determinazione dell'inerzia flessionale dell'impalcato e della ripartizione trasversale dei carichi mobili con coefficiente di omogeneizzazione pari a  $n = 6$ . Nelle verifiche la fascia di impalcato reagente ha una larghezza  $b = 4.0m$ .

Di seguito la sintesi del calcolo della freccia massima dell'impalcato sotto i carichi accidentali:

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'			
Luce della campata (caso ponte in semplice appoggio)	L	17.00	m
Valore limite	$L/600$	28	mm
Carichi accidentali	p	92.6	kN/m
Modulo elastico dell'acciaio	E	2.1.E+08	kN/m <sup>2</sup>
Inerzia impalcato con cls omogeneizzato	J	0.101	m <sup>4</sup>
Freccia sotto i carichi	$\delta_0 = 5/384 p L^4 / EJ$	4.75	mm

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	39 di 43
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato							

## 12 REAZIONI SUGLI APPOGGI

Si riporta di seguito la sintesi degli scarichi massimi espletati da ciascuna delle tipologie degli appoggi d'impalcato sulle sottostrutture, relativamente ai due lati, fisso e mobile.

		N MAX SLU (kN)	V t SLU (kN)	V I SLU (kN)	N MAX SLE (kN)
FISSI	10	390	130	260	290
UNI-LONG	10	390	130	-	290
MULTI	20	390	-	-	290

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 40 di 43

## 13 GIUNTI DI DILATAZIONE

### 13.1 SPOSTAMENTI

Si riporta a seguire la valutazione dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio mobili dell'impalcato in direzione longitudinale, effettuata conformemente a quanto prescritto nel par.2.5.2.1.5.1 del "Manuale di progettazione delle opere civili":

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_i + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

In cui:

- $E_1$  = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2$  = spostamento dovuto alla riposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3$  = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- $k_1$  = 0.45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2$  = 0.55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti
- $d_{Ed}$  = è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento  $d_E$  prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel par. 7.3.3.3 del DM 14.1.2008.
- $d_{eg}$  = è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno.

In particolare, gli spostamenti  $d_E$  della struttura sotto l'azione sismica di progetto allo SLV si ottengono moltiplicando per il fattore  $\mu_d$  i valori  $d_{Ee}$  ottenuti dall'analisi lineare, dinamica o statica, secondo l'espressione seguente:

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$$



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
OPERE D'ARTE VIABILITÀ Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NW.05.0.0.002	REV. A	FOGLIO 41 di 43

$$\mu_d = q \quad \text{se } T_1 \geq T_c$$

$$\mu_d = 1 + (q - 1) \times T_c / T_1 \quad \text{se } T_1 < T_c$$

In ogni caso  $\mu_d \leq 5q - 4$ .

Per quanto riguarda il valore dello spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo (dg), questo può ottenersi utilizzando l'espressione seguente:

$$d_g = 0.025 a_g S T_c T_D$$

In ogni caso, dovrà risultare:

$$E_L \geq E_0 \text{ ed } E_L \geq E_i \text{ con } i = 1, 2, 3$$

In cui:

- $E_0$  = escursione valutata secondo i criteri validi nelle zone non sismiche;
- $E_i$  = il maggiore dei due termini indicati nella espressione precedente.

Nei casi in cui anche una sola delle due precedenti disuguaglianze non risultasse verificata, dovrà assumersi:

$$E_L = \max (E_0; E_i)$$

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore  $E_L$  dovrà essere assunto non minore di:

$$E_L \geq 3,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,10 \text{ e } E_L \geq 0,15m \text{ per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) \geq 0,25 \text{ g}$$

$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m \text{ per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) < 0,25 \text{ g}$$

con L pari alla lunghezza del ponte.

Si ottiene, in definitiva, nel caso in esame:

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>					
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo impalcato		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	42 di 43

Spostamenti _p.2.5.2.1.5.1 - Manuale di Progettazione RFI							
<u>Spostamento dovuto alla variazione termica uniforme</u>							
Lunghezza impalcato		L	17.00	m			
Variazione Termica (p.2.5.1.4.4.1 - Manuale RFI)		$\Delta T$	30				
Coeff. Dilatazione termica		$\alpha$	1E-05				
Spostamento dovuto alla variazione termica uniforme		$D_t$	5.100	mm			
Spostamento dovuto alla variazione termica uniforme		$E_t$	<b>10.2</b>	<b>mm</b>			
<u>Spostamento sismico in sommità spalla</u>							
Periodo di riferimento della struttura		$T_1$	0.000	s			
Periodo a inizio tratto a velocità costante		$T_c$	0.395	s			
Risposta in accelerazione associata al periodo della struttura (Spettro elastico)		$Se(T_1)$	0.000	g			
Fattore di struttura		q	1.0	-			
Fattore amplificativo		$1/d$	1.00				
Accelerazione sismica al suolo SLV		ag	0.387	g			
Coeff. categoria del sottosuolo		S	1.056				
Periodo inizio del tratto a spostamento costante		$T_D$	3.068	s			
Valore di spostamento ottenuto dall'analisi lineare (p.3.2.3.2.3 - NTC08)		$d_{Ee}$	0.00	mm			
Spostamento massimo prodotto dall'azione sismica di progetto allo SLV		$d_{Ed}$	0.00	mm			
Coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti		$k_2$	0.55				
Spostamento dovuto alla riposta della struttura all'azione sismica		$E_2$	<b>0.00</b>	<b>mm</b>			
<u>Spostamento al suolo</u>							
Spostamento assoluto orizzontale del suolo in un punto		$d_g$	121.5	mm			
Spostamento massimo relativo tra due punti i e j		$d_{ij,max}$	214.71	mm			
Spostamento relativo tra due punti a piccola distanza		$d_{ij,0}$	0.00	mm			
Distanza tra i due punti i e j		x	17	m			
Velocità di propagazione delle onde di taglio		vs	360	m/s			
Spostamento relativo tra punti a distanza x		$d_j(x)$	29.4	mm			
Spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate		$E_3$	<b>58.89</b>	<b>mm</b>			
<u>Escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio</u>							
Coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo		$k_1$	0.45	-			
Escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio - da calcolo		$E_{L,cal}$	31.09	mm			
Max ( $E_1; E_2; E_3; E_{L,cal}$ )		Max ( $E_1; E_2; E_3; E_{L,cal}$ )	<b>58.89</b>	<b>mm</b>			
Valore minimo di escursione in funzione della sismicità del sito		$E_{L,min}(a_g)$	156.10	mm			
Valore minimo di escursione di progetto		$E_{L,min,finale}$	156.10	mm			
<b>Escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio di progetto</b>		$E_L$	<b>156.1</b>	<b>mm</b>			

### 13.2 CORSA DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO MOBILI

La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili deve essere non inferiore a  $\pm(EL/2 + EL/8)$  con un minimo di  $\pm(EL/2 + 15 \text{ mm})$ . Risulta pertanto:

Corsa degli apparecchi d'appoggio mobili - p.2.5.2.1.5.2 - Manuale RFI			
Corsa apparecchi di appoggio	$\pm$	98	mm

### 13.3 ESCURSIONE DEI GIUNTI

Il giunto fra le testate di due travi adiacenti dovrà consentire una escursione totale pari a:  $\pm(EL/2 + 10\text{mm})$ . Risulta pertanto:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>OPERE D'ARTE VIABILITÀ</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NW.05.0.0.002	A	43 di 43

Escursione dei giunti - p.2.5.2.1.5.3 - Manuale RFI			
Escursione dei giunti	±	88	mm

### 13.4 AMPIEZZA DEI VARCHI

Il varco da prevedere fra le testate degli impalcato adiacenti, a temperatura media ambiente, dovrà essere non inferiore a  $V \geq EL/2 + V_0$ , con  $V_0 = 20\text{mm}$ .

Ampiezza dei varchi - p.2.5.2.1.5.4 - Manuale RFI			
Ampiezza del varco	$V_L$	98	mm